البوميس إحدى المواد الرئيسية للبناء العمراني القديم في مدينة عدن

د. أحمد إبراهيم حنشور

أستاذ العمارة اليمنية القديمة المساعد، قسم الآثار، كلية الآداب، جامعة عدن،
Hanshoor1@gmail.com

م. معروف إبراهيم عقبة

رئيس الجمعية الجيولوجية اليمنية (فرع عدن)، mokbaa@yahoo.com

ملخص

البوميس عبارة عن رواسب حجر الخفاف البركانية (Pumice)، وعند خلطها بمادة الجير أو ما يطلق عليه محليا بـ" النورة " يشكل خلطة طبيعية تكتسب خاصية إسمنتية عالية.

استخدم " البوميس" مادة أساسية (محلية المنشأ) في البناء العمراني القديم في مدينة عدن، وتوجد شواهدها في العديد من المنشآت التاريخية ذات الطابع الأثري مثل : الاستحكامات الدفاعية وغيرها من المعالم التي تشمل المساجد التاريخية والمنشآت والمباني السكنية والخدمية الأخرى التي مازالت العديد منها بحالة جيدة بالرغم من تقادمها. وتمثل المنشآت التاريخية لحصاد مياه الأمطار والسيطرة على السيول (منظومة الصهاريج ، السدود والقنوات) في مدينة عدن التي يعود تاريخها إلى عصور ما قبل الإسلام ، نموذجاً باهراً لاستخدامات هذه المادة التي استعملت في مواضع مختلفة خلطة (Mortar & Plastering Material) ومادة للتلييس لمتانتها ومقاومتها للمياه .

كلمات مفتاحية: العمارة اليمنية التقليدية – مواد البناء المحلية – البوميس

1- المقدمة :

تميزت العمارة اليمنية التقليدية بخصائص فريدة من نوعها انعكست في المباني التاريخية التراثية المنتشرة في مختلف المدن اليمنية القديمة.

وتُعَدُّ مدينة عدن إحدى أهم مدن اليمن ونافذته المطلة على الخارج، فالموقع الذي تتمتع به بالقرب من خطوط الملاحة الدولية أهلها لتكون ميناءً استراتيجياً مهماً؛ وهي بكونها مدينة ميناء استوعبت العديد من الأجناس العربية والأجنبية التي قدمت إليها على مر العصور.

شهدت مدينة عدن خلال تاريخها الطويل فترات ازدهار انعكست في الشواهد والمعالم الأثرية الماثلة للعيان كالاستحكامات الدفاعية مثل الأسوار والقلاع والبوابات على قمم جبالها ومنظومة الصهاريج التي يعود تاريخها إلى أكثر من خمسة عشر قرناً، ما يدل على رقي مستوى فن العمارة في هذه المدينة التي استمدت قيمتها الأساسية من التراث الحضاري والبيئة الطبيعية لمدينة عدن.

وتمثل ذلك الرقي في النهضة العمرانية التي شهدتها مدينة عدن؛ استخدام مواد البناء المحلية المكتنفة ضمن تراكيبها البركانية كأحجار البناء والحصمة والرمل ومادة حجر الخفاف "Pumice" (خامة أولية لبناء الجدران وإعداد خلطات الملاط التقليدية)؛ حيث احتل الحجر البركاني (Andesite) مكانة بارزة في البناء وذلك لتوفر عناصر المتانة وقوة التحمل والعزل الحراري ، فضلاً عن كونه عازلاً للصوت ويكسر حدة الضوء، ويقضي على الرطوبة داخل المنزل، بينما اعتمدت خلطة الملاط التقليدية (Traditional mortar) بشكل أساسي على حجر الخفاف "البوميس" وهو زبد بركاني ذو تركيب حمضي مكون من سيليكات الكالسيوم والألمنيوم، إضافة إلى الجير والرمل، وهذه الخلطة تكتسب خاصية إسمنتية عالية تستخدم على أنها مادة "إسمنتية " رابطة بين أحجار البناء(morter) وكذلك مادة للتلييس (Plaster).

1.1- هدف البحث:

يهدف البحث إلى إبراز أهمية استخدام مواد البناء التقليدية في مدينة عدن لإنتاج عمارة محلية تلبي متطلبات الإنسان في المدينة وتتوافق مع تقاليد المجتمع المحلي وتتماشى مع البيئة المحيطة به

2- مدينة عدن

اشتهرت مدينة عدن منذُ القدم بكونها واحدة من أهم مدن الجزيرة العربية وسبب شهرتها وأهميتها هو موقع مينائها الاستراتيجي الذي يربط بين المحيط الهندي والبحر الأحمر ما يعطيها موقعاً مهماً بمحاذاة طرق الملاحة التجارية الدولية(شكل 1).



شكل 1: خريطة تبين موقع مدينة عدن

1.2- الموقع :

تتميز مدينة عدن بموقعها الجغرافي المهم حيث تقع على شواطئ الركن الجنوبي الغربي لشبه الجزيرة العربية. وهي عبارة عن اثنتين من أشباه الجزر (عدن الكبرى، وعدن الصغرى) يربط بينهما شريط ساحلي.

تقع المدينة القديمة في فوهة بركان (يعود تكوينه الجيولوجي إلى عصر "المايوسين – البلايوسين" ويقدر مابين (5. 5 – 6. 5 مليون سنة). اكتسبت تلك الفوهة شكل حدوة حصان مفتوحة على البحر في جانبها الشرقي " الخليج الأمامي " وتبلغ أعلى قمة فيها " جبل شمسان " 553 متر.

2.2- المناخ :

تقع المدينة ضمن الإقليم المداري الصحراوي الحار، حيث يبلغ أعلى متوسط لدرجة الحرارة 33 °م في فصل الصيف في شهر يونيو، وأدنى متوسط لدرجة الحرارة 25.4°م في شهر ديسمبر، وتتراوح الرطوبة النسبية بين 66-75%، ويشتد فيها هبوب

الرياح الموسمية الجنوبية الغربية فتثير الغبار الكثيف والأمواج في البحر العربي وخليج عدن، ويبلغ متوسط الهطل المطري (50) مم في السنة.

3- **كهوف / مناجم البوميس (حجر الخفاف) :**

تنتشر في أرضية هضبة بركان عدن وحوافها طبقة من التكوينات البركانية من حجر الخفاف (Pumice)، حيث تتموضع ضمن نطاق متميز يمثل فترة جيولوجية محددة ضمن التطور البنائي لبركان عدن (شكل2).

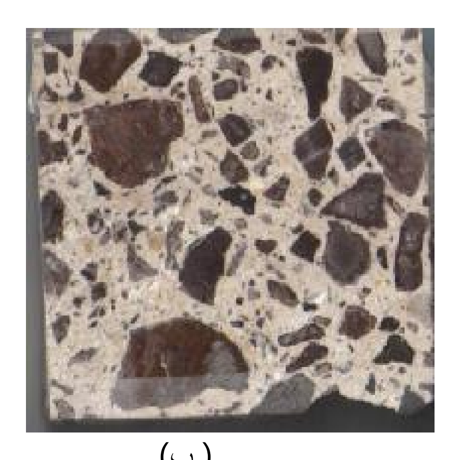
وتعد هذه الكهوف شاهداً تاريخياً على صناعة استخراجية Mining/Extractive Activity في عدن، تتميز تلك الكهوف بنظام هندسي متقن يتمثل بالغرفة والعمود Room and Pillar حيث تشكل الأعمدة الحوامل الطبيعية Support للتكوين الصخري العقيم Over burden الذي يعلو ذلك النطاق .




شكل2: واجهات وبعض تفاصيل كهوف / مناجم البوميس – عدن

4- **خصائص البوميس:**

1.4 - **التركيب الكيميائي**: البوميس عبارة عن " زبد بركاني" ذو تركيب حمضي مكون بشكل رئيس من سيليكات الألومنيوم والكالسيوم، والحديد ، والبوتاسيوم والصوديوم ويمثل بذلك خلطة طبيعية تكتسب خاصية إسمنتية عالية عندما تضاف إليها مادة الجير نسبة تصحيحية «Additive/ Corrective Medium». وفيما يلي نجمل التركيب الكيميائي لعينات من الخام الطبيعي لحجر الخفاف مستخرجة من (الكهوف الشرقية) وكذلك عينة من خلطة التلبيس الموجودة في الصهريج الدائري الكبير المسمى " بليفير" (شكل3).




(ب) (أ)

شكل 3 (ا) : عينة طبيعية من جحر الخفاف (ب) عينة من خلطة الملاط (البوميس)

جدول رقم (1) : نتائج التحاليل الكيميائية[1]

COMP. %	SIO_2	AL_2O_3	FE_2O_3	CAO	MGO	K_2O	NA_2O	SO_3	L.O.I	TOTAL
Raw Material	58.54	10.58	2.8	8.4	1.21	1.7	2.0	0.16	12.73	98.11
Ancient Mortar Mix	26.59	4.89	3.2	32.79	1.62	0.9	1.1	0.38	26.88	98.02

2.4 - التركيب الفيزو ميكانيكي :

البوميس مادة عالية المسامية ويطلق عليها محلياً تسمية" الخفاف " أي "الحجر الذي يطفو فوق الماء " وهذه الخاصية تجعله يشكل طبقة إسفنجية تعمل على امتصاص نسبة كبيرة من مياه الأمطار التي تهطل على الهضبة؛ حيث يعمل على تغلغل المياه (Water Percolation) إلي تكوينات الهضبة ومنها إلى الخزان الجوفي ويخفف من معامل الجريان السطحي، ما يحد بشكل ملحوظ من تقدم السيول الجارفة (Flash Floods) إلى الأحياء السكنية أثناء الدورات المطرية الاستثنائية التي تشهدها مدينة عدن.

جدول رقم (2) : بعض الخصائص الفيزوميكانيكية[2]

العينة	الضغط (Kg / cm^2)		الكثافة النوعية Kg / M^3	المسامية %	نسبة الامتصاص %
	في الحالة الجافة	في الحالة الرطبة			
المادة الخام	-	36 - 32	1190 1152	-	22.3 23.7
الخلطة (الأثرية)	-	339 - 222	1978	-	8.5 8.1

استخدمت هذه المادة في هيئة خلطات مختلفة في بناء المساكن والعديد من المواقع الأثرية، أهمها حقل صهاريج الطويلة وقلعة صيرة التاريخية وأهم استعمالاتها:

أ - مادة رابطة «Mortar» بين وحدات البناء المكونة لجدران المنشآت وبين الأحجار بديلاً عن المونة الإسمنتية .

ب - مادة تجصيص«Plaster» ناعمة صماء، على جدران الصهاريج وأرضيتها، لملء الشقوق مابين الجدران الصخرية المحيطة بالصهاريج وواجهات بعض المباني القديمة وأسطحها في مدينة عدن لمتانتها ومقاومتها لعوامل التجويه .

3.4 - نوعيات الخلطات :

تبين من خلال الدراسات الميدانية المتعددة، أن خلطة الملاط التقليدية "البوميس" التي تم استخدامها كمادة رابطة في العديد من المنشآت التاريخية ذات الاستخدامات المختلفة، التي ما زالت شواهدها موجودة في مواقع عدة في مدينة عدن. وتكتنف تلك المنشآت مكونات من تلك الخلطة "البوميس" حيث أثبتت مقدرة عالية على مقاومة عوامل التجويه والتعرية، خصوصاً إذا ما تم الأخذ بعين الاعتبار البعد الزمني الذي يمتد عبر قرون عدة.

ويجب ألا تفوتنا ملاحظة أمر مهم وهو تعدد نوعية الخلطات المستخدمة ضمن حقل صهاريج الطويلة؛ تلك المنشآت التي تنتشر في قطاع واسع في وادي الطويلة بحسب المواقع والوظيفة، الأمر الذي يعني أن بناء الصهاريج قد استغرق فترة زمنية طويلة، تزامنت بداياتها مع الفترة المعاصرة للدولة السبئية، حيث اكتسب المشتغلون في هذا المجال مهارات وممارسات تغيرت معها معايير الخلط.

4.4- تحضير خلطة البوميس:

تحضر خلطة البوميس من المادة الخام الأساسية المتمثلة بحجر الخفاف "Pumice" المستخرجة من المناجم، التي يطلق عليها محلياً في مدينة عدن "كهوف البوميس " حيث تستخرج بشكل شظايا فتاتية " Chips "، يتمم تكويم تلك الشظايا وتطحن في مطاحن خاصة مع إضافة الماء إليها حتى تصبح عجينة متماسكة ، حينها يضاف إليها مادة الجير " النورة " التي يتم استجلابها من الرواسب البحرية في المنطقة الساحلية مثل بقايا الشعاب المرجانية والأصداف البحرية ؛ حيث تستكمل عملية الخلط والتقليب حتى تصبح عجينة متجانسة ومن ثم تنقل إلى منطقة الاستخدام.

تستخدم خلط البوميس مادة رابطة بين الأحجار أو مادة تكسية حيث تستعمل الخلطة مباشرة في تكسية الجدران على ثلاث طبقات، الطبقة الأولى توضع على الجدار مباشرة وتطرق وتدك بواسطة حجر ذات طرف حاد للحصول على درجة كثافة عالية وتلاصق قوي بين المونة والجدار، ثم توضع الطبقة الثانية ويتم طرقها ودكها جيداً، ثم توضع الطبقة الثالثة وتكون ناعمة أكثر من الطبقتين السابقتين، وفي هذه المرحلة يتم قدر الإمكان تسوية الواجهة الخارجية باستعمال لوح خشبي، وتترك لتجف لفترة زمنية، بعدئذ يتم صقلها يدوياً باستخدام الماء والحجر، حتى يصير السطح ناعماً .

وقد قام فريق من الباحثين بعمل دراسة تهدف إلى التوصل إلى سر تركيب الخلطة الأصلية (التاريخية) ومحاكاتها، وذلك من خلال اتباع طرق منهاجيه في مراحل التحضير كافة ابتداء من مرحلة استخراج المواد الخام الأولية محلية المنشأ(البوميس +الحصمة البركانية) ومعالجتها في الموقع مروراً بتحضيرها في المختبرات التابعة لهيئة المساحة الجيولوجية (فرع عدن) ومختبرات وزارة الإنشاءات (مكتب عدن) بواسطة التكسير النهائي إلى المقاييس المطلوبة حسب المواصفات، وانتهاء بعمل خلطات تجريبية باعتماد النسب المقترحة وإجراء الاختبارات الفيزوميكانيكية

لتحديد مدى صلاحيتها ولملاءمتها للأعمال المزمعة في إعادة ترميم صهاريج عدن التاريخية وتأهيلها [3] (**شكل** 4، 5).



شكل (4): صورة لطبقة من مونة "البوميس" أزيلت الأحجار من أسفلها وظلت متماسكة في





صورة (5) التكسية بالبوميس (صهاريج عدن)

5- **مواد وطرق الإنشاء:**

يعد حجر "الإندزايت" ورواسب الخفاف "البوميس" ومادة النورة، من مواد البناء الطبيعية والمعالجة التي استخدمت بشكل واسع في بناء المساكن في مدينة عدن، نظراً لتوافرها بالقرب من التجمعات العمرانية الكائنة في فوهة بركان عدن.

فقد تم استخدام الحجر بدرجة أساسية في بناء أساسات المباني وجدرانها، لتوفر عناصر المتانة وقوة التحمل والمظهر الخارجي المناسب، واستخدم "البوميس" والنورة مواداً رابطة وللتلييس، وإلى جانب ذلك تم استخدام الخشب في أعتاب الأبواب والنوافذ وسقوف المباني التقليدية.

1.5- **الحفر: بعد تحديد موقع المبنى، تتم عملية تنظيف الموقع وتبدأ أعمال الحفر للأساس تصاحب عملية حفر الأساس المعرفة بالتربة فيتم تحديد طبقة التأسيس من قبل "المعلم" وغالباً ما تتوقف عملية الحفر عند الوصول إلى طبقة قوية تصل إلى عمق يتراوح ما بين** 0.8– 1.5 **متر، حيث يكون عرض الأساس في حدود** 80 **سم.**

2.5- **جدار الأساس** (**Foundation Wall**): **بعد تحديد عمق الأساس، يتم بناء أساسات صخرية شريطية** (Strip footings) **إلى ارتفاع مستوى الأرض** (Ground Level)، **ويبدأ يتناقص تدريجياً إلى الداخل حتى يصل سمكه** 60 **سم**

3.5- **بناء الجدران "الجدران الحاملة"** (**Load Bearing Walls**):

يبدأ البنّاء ببناء أساسات صخرية حتى مستوى سطح الأرض، تعلوها الأحجار المصقولة (Ashlar Work) **من الخارج والعادية من الداخل، وتوضع الأحجار في صفين متقابلين تفصل بينهما مسافة** (20 – 30) **سم ويسمى الصف الخارجي بـ (ظهارة وأرضية) والصف الداخلي بـ(بطانة)، ثم يملأ الفراغ بين الصفين بأحجار صغيرة مختلفة الأحجام بطريقة هندسية رائعة تربط الصفين ببعضهما وتجعل الجدار الذي يتراوح سُمكه** (40–

60)سم في الأسفل و(25)سم في الأعلى متماسكًا ويستطيع تحمل أثقال منزل يبلغ ارتفاعه من ثلاثة إلى أربعة أدوار.

تصقل الأحجار من الجهة الخارجية صقلاً جيدًا على شكل مربعات أو مستطيلات وتوضع بشكل خطوط مستقيمة واحدًا فوق الآخر ثم توضع المونة مع بعض الأحجار الصغيرة لتملئة الفراغ. (الشكل 6)

وفي نهاية كل دور يتم بناء صف من الأحجار البارزة المزخرفة لتحديد مستوى الطابق وذلك لتكون كالحزام من الخارج وتسمى (كورنيس) وهي مَعْلَم بارز من معالم البناء العدني.



الشكل (6) : نمط البناء التقليدي في مدينة عدن

4.5- **السقوف**: بعد الانتهاء من بناء الجدران الحاملة توضع الأعواد الخشبية (المرابيع) الساقطة (Timber Beams) وتسمى العوارض، ثم تليها عملية رص ألواح الأخشاب (Boarding) والمرحلة الأخيرة توضع طبقة من الحصى والبوميس والنورة بسماكة (150-200)مم (الشكل7)

5.5- **الأرضيات**: التقنية المتبعة في بناء الأرضيات هي أيضاً متبعة في بناء السقوف إلا أن أرضية السطح تجصص بطبقة من البوميس المصقول التي من مميزاتها مقاومة التجوئة مثل المطر، الريح وانعكاس أشعة الشمس.

6.5- **السلالم**: مباني مدينة عدن متعددة الأدوار ويعد السلم في المبنى من العناصر المهمة في العمارة العدنية، ويبنى درج السلم من الخشب.



الشكل (7) : بعض تفاصيل البناء التقليدي



7.5- **أعمال اللياسة والتجصيص:**

تتكون اللياسة الداخلية للجدران من ملاط البوميس على طبقتين، في الطبقة الأولى يتم التجصيص بطبقة من البوميس والنورة، وفي الطبقة الثانية، يتم التجصيص بطبقة من البوميس الناعم، تصقل هذه الطبقة (Polished) بواسطة حجر خاص لإعطاء السطح اللمعان.

8.5- **الفتحات**: أغلب النوافذ موجهة إلى الجدران المطلة على الشارع (الزقاق)، ووظيفة النوافذ والفتحات توفير قدر كاف من الإضاءة الطبيعية في النهار، وتختلف على حسب

موقعها، وتكون وظيفة فتحات التهوية الخارجية والداخلية هي إعطاء أكبر قدر من الضوء حيث تفتح بشكل أكبر أو اصغر لإضفاء جو من التهوية والرؤية، ومن خلال الزيارة الميدانية لوحظ وجود فتحات (دائرية أو مستطيلة) على ارتفاعات تعلو النوافذ لضمان تجدد الهواء في المبنى، كما لوحظ وجود أغطية على النوافذ مصنوعة من الخشب تستعمل كاسرات لأشعة الشمس وتسمح للهواء بالمرور عبرها.

ومما هو ملفت للنظر في الواجهات الأمامية، انتظام ترتيب النوافذ وتوزيعها بشكل ينسجم والدور الوظيفي لها، بالإضافة إلى أعمال الزخرفة الفريدة من نوعها على النوافذ والأبواب الخشبية وهذا يدل على القدرات والمهارات الفائقة لممارسي حرفة النجارة.

ويمكن تلخيص الملامح الرئيسية للعمارة التقليدية في مدينة عدن القديمة في بعض العناصر[4]:

الوظيفة :كل العناصر المكونة للمبنى تلبي الحاجة بدءاً باختيار الموقع وعلاقته بالمبنى و الخدمات الضرورية الأخرى مثل السوق ، الجامع إلى جانب تكامل العناصر الوظيفية الداخلية والخارجية للمبنى وتنظيم الفراغ من مساحات وأجسام وأشكال بطريقة إيقاعية متناغمة وبشكل انسيابي جميل يخدم الوظائف المتعددة.

العضوية :التوافق والتجاوب البيئي من حيث المناخ والمواد – نسيج عضوي متناغم كل عنصر مرتبط بالآخر ارتباط كامل بين الإنسان وبيئته.

التلقائية:القيم الجمالية للتكوينات المعمارية التي تجمع بين تناغم الارتفاعات ورشاقة الخطوط وابتكار أشكال مختلفة لنهايات السطوح ونظام التهوية والإضاءة يعتمد على توزيع الفتحات بكيفية تؤدي إلى تخفيف حدة الحرارة وترطيب الهواء.

الخصوصية :تتوافق المباني لتلبية الاحتياجات الاجتماعية والدينية. وتهدف تعددية الطوابق إلى التقليل من الأسطح الأفقية التي تتعرض أكثر من سواها لاستقبال الحرارة.

الانفتاح والتدرج :الانفتاح والتدرج نحو الخارج مع الحفاظ على الخصوصية.

6- الخاتمة :

خلال تاريخها الطويل شهدت مدينة عدن، في بعض الفترات، ممارسات لا تتوافق مع خصائصها ومقوماتها الطبيعية ، تمثلت في سوء استخدام الأرض والموارد الطبيعية المتاحة، وإدخال مواد غريبة نتج عنها اندثار تقنية استخدام المواد المحلية وتطويعها، الأمر الذي ساعد على التعدي على مكامن استخراج تلك المواد (في فترات زمنية متفاوتة حتى أصبحت الوضعية خطيرة نتيجة انتشار المباني السكنية فوق تلك النطاقات الطبقية الهشة) (أنظر الشكل7)، مما شوه ذلك الموروث الطبيعي والتاريخي الذي يدل على حنكة تصرف الأجداد ورقيهم في استخدام الخصائص الطبيعية للأرض وتوظيف مواردها المتاحة بشكل خلاق والذي يمكن توظيفه –حالياً– أحد مقومات الاستثمار والتنمية الأساسية في مدينة عدن.

7- النتائج

- ضرورة إحياء تقنيات البناء باستخدام المواد المحلية.
- وضع قوانين ملزمة بعدم استخدام مواد البناء الحديثة في المواقع ذات الطابع المعماري التقليدي إلا وفق معايير تضمن الحفاظ على طابع المدينة التاريخي.
- اتخاذ إجراءات فورية لإيقاف العبث بمناطق الكهوف والمحاجر.
- وضع معايير تخطيطية ومعمارية لعمليات التخطيط والتصميم المعماري في مدينة عدن القديمة.

- إيلاء أهمية خاصة لعملية الترميم والصيانة للمباني والمعالم الأثرية والتقليدية التاريخية من أجل الحفاظ عليها من الاندثار، وتوظيف مفردات العناصر المعمارية التقليدية في العمارة المعاصرة وتقنياتها بهدف الحفاظ على استمراريتها وتأصيلها.
- العمل على نشر الوعي والثقافة العمرانية والمعمارية على المستويات كافة تشمل المواطنين والسلطة المحلية.



شكل (7): صورة توضح التعديات على منطقة مناجم (كهوف) البوميس

8- التوصيات

- اتخاذ التدابير الفعالة لمنع زحف مناطق البناء العشوائي وانتشاره، ومواجهة زيادة الطلب على السكن باختيار الأساليب والطرق الإنشائية المناسبة التي تحقق عوامل اختصار الزمن وخفض التكلفة ورفع مستوى الجودة.
- تبسيط الإجراءات والتشريعات المتعلقة بالاستثمار في مجال بناء المساكن.
- تشجيع الاستثمار الخاص في انتشار مشاريع إنتاج مواد البناء المحلية.
- إصدار قانون التخطيط العمراني والبناء.
- تقليص الإجراءات الحكومية المطلوبة من خلال اختصار نظام المعاملات.

9- المراجع

[1] عقبة ، معروف ، 1997 ، كهوف البوميس شاهد تاريخي على صناعة تعدين في عدن، المؤتمر الوطني لصهاريج عدن ، جامعة عدن
[2] عقبة ، كهوف البوميس شاهد تاريخي على صناعة تعدين في عدن
[3] أحمد علي مرشد ، معروف إبراهيم عقبة ، 1997، متطلبات تحضير خلطة الملاط التقليدية (المكونة من مادة البوميس + النورة + الحصمة البركانية)

[4] مبارك، صالح محمد و وديع غانم وأحمد حنشور، سمات وملامح العمارة التقليدية في مدينة عدن، مجلة جامعة عدن للعلوم الطبيعية والتطبيقية، المجلد الخامس، العدد 2، ص313-328، سبتمبر 2001، دار جامعة عدن للطباعة والنشر-عدن.